

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan KSCP
Sidang Akademik 1998/99

April 1999

ZCT 317/3 & ZCT 407/3 - Fizik Keadaan Pepejal II

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab kesemua LIMA soalan. Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Tuliskan dan jelaskan ungkapan teorem Bloch bagi pergerakan elektron dalam keupayaan berkala hablur.

(15/100)

- (b) Suatu elektron bergerak melalui keupayaan berkala $V(\underline{r})$ mematuhi persamaan:

$$-\left(\frac{\hbar^2}{2m}\right) \nabla^2 \psi + V(\underline{r})\psi = E\psi$$

di mana $\psi(\underline{r}) = e^{i\mathbf{k} \cdot \underline{r}} U_{\mathbf{k}}(\underline{r})$

Tunjukkan bahawa $U_{\mathbf{k}}(\underline{r}) = U_{\mathbf{k}}(\underline{r} + \underline{R})$ di mana \underline{R} adalah sebarang vektor kekisi dan diketahui $\psi(\underline{r} + \underline{R}) = \psi(\underline{r}) e^{i\mathbf{k} \cdot \underline{R}}$.

(35/100)

- (c) Perihalkan dengan jelas bagaimana pergerakan elektron hampir bebas mengujudkan jurang tenaga E_g pada sempadan-sempadan zon Brillouin suatu hablur. Lakarkan gambarajah E-k yang sesuai dalam penjelasan tersebut.

(50/100)

2. (a) Tunjukkan untuk suatu hablur kekisi kubus mudah yang mempunyai pemalar kekisi a , bilangan keadaan (titik) dalam ruang-k per unit isipadu adalah diberi oleh $a^3/8\pi^3$. Seterusnya tunjukkan sekiranya elektron mematuhi model elektron bebas, jejari sfera Fermi atom hablur ini diberi oleh

...2/-

$$k_F = \frac{(3Nz\pi^2)^{1/3}}{a} ;$$

di mana N bilangan atom dalam kekisi dan z valensi atom.

(45/100)

- (b) Lakarkan permukaan Fermi dalam 2-dimensi untuk atom hablur dari bahagian (a) sekiranya atom mempunyai 2 elektron valens dan terdapat gangguan keupayaan kekisi hablur yang kecil.

(20/100)

- (c) Tunjukkan dengan jelas bahawa masa purata yang diambil oleh elektron untuk bergerak dalam jalur tenaga dari pusat zon Brillouin ke pinggir zon Brillouin pertama suatu hablur logam dengan kekisi kubus mudah dibawah medan elektrik E adalah diberi oleh:

$$t = \frac{\pi\hbar}{aeE}$$

di mana a pemalar kekisi dan simbol lain mempunyai makna yang biasa.

(35/100)

3. (a) Jelaskan dengan ringkas mengenai keujudan arus genting dalam suatu superkonduktor.

(15/100)

- (b) Perihalkan dengan ringkas bagaimana keadaan pertengahan boleh berlaku apabila suatu superkonduktor berbentuk silinder yang panjang dikenakan suatu medan magnet secara tegak kepada paksi panjang silinder itu (pekali menyah magnet sistem = $\frac{1}{2}$)

(35/100)

- (c) Bermula dari tenaga bebas Gibbs sistem, terbitkan formula untuk ketakselajaran dalam haba spesifik suatu superkonduktor pada suhu $T = T_c$ dalam sebutan medan genting.

(50/100)

- 3 -

4. (a) Pertimbangkan suatu plat selari kapasitor dengan ketumpatan cas permukaan $+\sigma$ pada suatu plat dan $-\sigma$ pada plat yang lain. Suatu dielektrik yang isotropik dengan kerentanan χ dimasukkan memenuhi ruang diantara dua plat. Dapatkan ungkapan untuk jumlah medan elektrik dalam dielektrik dalam sebutan σ , ϵ_0 dan P di mana P adalah pengkutuban yang berlaku dalam dielektrik. Seterusnya tunjukkan bahawa P dapat dinyatakan oleh

$$P = (\epsilon_r - 1)\sigma/\epsilon_r$$

di mana ϵ_r ketelusan relatif bahan dielektrik.

(50/100)

- (b) Suatu dielektrik yang isotropik diantara plat-plat selari kapasitor mempunyai $\epsilon_r = 6.0$ dan kepekatan dwikutub $3.7 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$. Suatu medan elektrik 1500 Vm^{-1} dikenakan kepada plat-plat kapasitor. Dengan menganggap medan tempatan yang bertindak keatas dwikutub-dwikutub adalah medan tempatan Lorentz, anggarkan nilai pengkutuban yang berlaku dalam dielektrik.
($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$).

(50/100)

5. (a) Kediagnetan suatu bahan ujud akibat dari cas elektron mengorbit mengelilingi nukleus atom. Dari prinsip ini, perihalkan dengan jelas bagaimana formula Langevin bagi kerentanan diamagnet dapat diterbitkan. Seterusnya, nyatakan beberapa implikasi dari formula tersebut.

(60/100)

- (b) Perihalkan keadaan dwikutub dalam suatu bahan antiferomagnet. Dengan mengambil contoh suatu struktur subkekisi bahan ini dan dengan menganggap teori medan molekul dapat digunakan pada subkekisi tersebut, terbitkan ungkapan bagi kerentanan pada suhu (T) lebih tinggi dari suhu Neel (T_N):

$$\chi = \frac{2C}{T + T_N}$$

Seterusnya, tunjukkan bagaimana $\chi(T)$ ini berbeza dari bahan paramagnet.

(40/100)

- oooOooo -